

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/051478

International filing date: 01 April 2005 (01.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: US
Number: 60/558,580
Filing date: 02 April 2004 (02.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 May 2005 (03.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

26 APR 2005

PA 1306253



THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

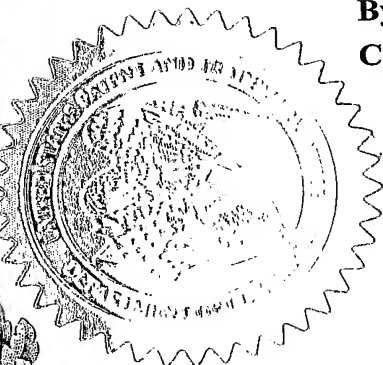
April 12, 2005

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 60/558,580

FILING DATE: April 02, 2004

By Authority of the
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS



H. L. JACKSON

Certifying Officer

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT COVER SHEET

This is a request for filing a PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT under 37 CFR 1.53 (c).

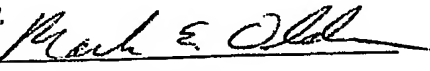
Express Mail Label No.

| INVENTOR(S) | | | | | |
|--|------------------------|---|--------------|---------------------------|--------------|
| Given Name (first and middle [if any]) | Family Name or Surname | Residence (City and either State or Foreign Country) | | | |
| Berhard Peter | BRAUNECKER KIPFER | Rebstein, Switzerland Berneck, Switzerland | | | |
| Additional inventors are being named on the _____ separately numbered sheets attached hereto | | | | | |
| TITLE OF THE INVENTION (500 characters max) | | | | | |
| ELECTRONIC DISTANCE MEASUREMENT SYSTEM WITH SPECTRAL SELECTIVITY | | | | | |
| Direct all correspondence to: CORRESPONDENCE ADDRESS | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Customer Number: | | 40575 | | | |
| OR | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Firm or Individual | KCO Law, PLLC | | | | |
| Address | PO Box 220472 | | | | |
| Address | | | | | |
| City | Chantilly | State | VA | Zip | 20153-0472 |
| Country | USA | Telephone | 888-510-0695 | Fax | 703-991-7071 |
| ENCLOSED APPLICATION PARTS (check all that apply) | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Specification Number of Pages 10 | | <input type="checkbox"/> CD(s), Number _____ | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Drawing(s) Number of Sheets 2 (4 Figures) | | <input type="checkbox"/> Other (specify) _____ | | | |
| <input type="checkbox"/> Application Data Sheet. See 37 CFR 1.76 | | | | | |
| METHOD OF PAYMENT OF FILING FEES FOR THIS PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27. | | | | FILING FEE Amount (\$) | |
| <input checked="" type="checkbox"/> A check or money order is enclosed to cover the filing fees. | | | | 160.00 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> The Director is hereby authorized to charge filing fees or credit any overpayment to Deposit Account Number: 50-2842 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached. | | | | | |
| The invention was made by an agency of the United States Government or under a contract with an agency of the United States Government | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> No. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Yes, the name of the U.S. Government agency and the Government contract number are: _____ | | | | | |

[Page 1 of 1]

Respectfully submitted,

SIGNATURE



TYPED or PRINTED NAME Mark E. Olds

TELEPHONE 888-510-0695

Date 2 April 2004

REGISTRATION NO. 46,507

(if appropriate)

Docket Number: BKP-0104-PR

USE ONLY FOR FILING A PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT

This collection of information is required by 37 CFR 1.51. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the PTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 8 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the complete application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Mail Stop Provisional Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

Electronic Distance Measurement System with Spectral Selectivity

Die Erfindung betrifft einen strahlungsselektiven bzw.
5 strahlungsresistenten Entfernungsmesser, insbesondere in
Teleskopanordnungen für erd- oder raumgestützte Anwendungen.

In vielen Anwendungen der Entfernungsmessung, vor allem aber
bei LIDAR-Messungen (Light Detecting and Ranging), muss ein
10 Nutzsignal der Entfernungsmessung aus einem
Strahlungshintergrund gewonnen werden. Dabei kann die
Intensität um ein Vielfaches über den Intensitäten des
Nutzsignals liegen. Allerdings kann dieses Nutzsignal aufgrund
seiner Eigenschaften vom Hintergrund durch spektrale oder
15 räumlich ausgebildete Filter separiert werden. Zumeist wird das
Messsignal parallel oder koaxial zur Achse des Senders
emittiert, so dass von der meist diffusen zu vermessenden
Oberfläche, das Signal wieder in dieser Richtung
zurückreflektiert wird. Ausserdem kann der spektrale Bereich
20 des emittierten Lichtes so gewählt werden, dass die
breitbandige Hintergrundstrahlung durch spektral selektive
Reflektion oder Absorption abgetrennt werden kann.

Ein typisches Anwendungsgebiet solcher Entfernungsmesser für
25 luft- oder raumgestützten Anwendungen mit LIDAR-Systemen dar,
bei denen ausschliesslich oder parallel zur Aufnahme weiterer
Grössen eine Entfernungsmessung zu Objekten oder Oberflächen
erfolgt und bei denen ein grosser Anteil von Fremd- oder
Störstrahlung empfangen wird.

Besondere Anforderungen gelten hierbei für Systeme, die an Bord von Luft- oder Raumfahrzeugen verwendet werden, da zumeist strikte Gewichtsrestriktionen existieren. Zudem treten bei der raumgestützten Anwendung Probleme aufgrund der hohen empfangenen Strahlungsintensitäten und der damit verbundenen thermischen Belastung auf, z.B. durch direkten Sonnenblick oder durch die Eigenstrahlung heisser Oberflächen, wie z.B. Brände oder metallischer Schmelzen. So sollte ein Satellit, der aus einer zirkumpolaren Bahn die Topographie eines Himmelskörpers mit LIDAR abtastet, grundsätzlich die unterschiedlichen Rahmenbedingungen der Tag- und Nachtseite eines Planeten bewältigen können. Dabei liefert die Tagseite einen extremen Anteil an Hintergrundstrahlung, aus dem das zu nutzenden LIDAR-Signal gewonnen werden muss. Ähnliche Schwierigkeiten können aber auch bei erd- oder luftgestützten Anwendungen über stark strahlendem bzw. reflektierendem Untergrund, wie z.B. Eis, Wasser oder Wüstensand, auftreten.

Zur Unterdrückung bzw. Abschirmung der Hintergrundstrahlung wird ein mehrstufiges Filterungskonzept mit spektralen Breitband-, Schmalband- und örtlichem bzw. räumlichem Filter verwendet.

Der spektral breite Anteil der Filter weist zwei separate, im ultravioletten (UV) bzw. im infraroten (IR) Bereich reflektierende Filter auf.

Die UV-Filterkomponente besteht aus einer dielektrischen Mehrschicht-Beschichtung auf der der Aussenseite zugewandten Seite der Instrumenten-Apertur. Die Filterkomponente kann beispielsweise als Schicht auf einer ZnSe-Platte in der Apertur angebracht werden, wobei Wellenlängen unterhalb von 600 nm

absorptionslos reflektiert werden, höhere Wellenlängen hingegen absorptionslos transmittiert werden. Solche Filter sind sehr komplex, aber durch die Beschränkung auf einen Spektralbereich technisch realisierbar.

5

Die IR-Filterkomponente ist der UV-Filterkomponente nachgelagert und weist einen Goldspiegel auf, der für dieses Wellenlängenband nicht absorbierend ist. Das ZnSe-Trägermaterial der UV-Filterkomponente wiederum gewährleistet
10 einen absorptionsfreien Strahlungstransport zwischen beiden Spiegeln.

Eine räumliche Filterkomponente wird durch die direkte oder indirekte Fokussierung der Strahlung auf den zum Empfang
15 verwendeten Sensor bewirkt, wobei die Sensorfläche als Feldblende wirkt. Die Blendenwirkung kann jedoch auch durch eine dem Sensor vorgelagerte Faser ergänzt oder ersetzt werden. Im Falle eines senkrecht, d.h. in Nadirausrichtung auf die Oberfläche blickenden Systems fällt dabei die relevante
20 Strahlung unter Null Grad ein. Zur Fokussierung kann die der Aussenseite abgewandte Seite der ZnSe-Platte geeignet ausgeformt werden, z.B. als einzelne Linse oder aber auch Linsenanordnung. Die Goldschicht der IR-Filterkomponente ist dann in oder nahe der Brennebene der Linse angeordnet, so dass
25 im Zusammenwirken jegliche ausserhalb der Nadirrichtung einfallende Strahlung reflektiert wird.

Die spektral schmalbandige Filterkomponente ist kompakt ausgeführt, z.B. als Fabry-Perot-Interferometer oder Fiber-
30 Grating, mit einer Bandbreite von < 1 nm um die LIDAR-Wellenlänge, so dass in Nadirrichtung jegliche Strahlung ausserhalb dieses Bereichs unterdrückt wird.

Durch die mehrstufige Selektion der einfallenden Strahlung kann die Nutzstrahlung des LIDAR-Systems von der Hintergrundstrahlung getrennt werden, wobei durch die Reflektion eine Aufheizung der Anordnung vermieden wird. Diese 'Thermal Load' stellt insbesondere bei Satelliten eine kritische und zu minimierende Grösse dar, da die nötige Kühlleistung von der vorhandenen Energieversorgung genommen werden muss. Somit können Aufnahmen auch gegenüber stark emittierenden Oberflächen, wie z.B. der Tagseite eines sonnennahen Planeten, durchgeführt werden, insbesondere ohne spezielle Kühlvorrichtungen, was zu Verringerungen der Masse um ca. 1,3 kg führt.

Gleichzeitig ist durch die Anordnung bereits eine besonders kompakte Struktur möglich, welche beispielsweise auch zweidimensionale Anordnungen erlaubt. So kann die Innenseite der ZnSe-Platte als 10 x 10-Multilinsenanordnung (Lenslet-Array) ausgebildet werden, so dass bei gleicher numerischer Apertur eine kurze Brennweite und somit eine kurze Bauweise erreichbar ist. Die Linsen können die empfangene Strahlung in die Eintrittsöffnung einer nachgeordneten Faser lenken, wobei diese Fasern entweder zu jeweils einem eigenen Detektor, oder aber auch zu einem gemeinsamen Detektor geführt werden. Zwischen Faserende und Detektor kann dabei die schmalbandige Filterkomponente angeordnet sein. Die Verbindung und mechanische Fixierung von Linsenanordnung und Fasern ist durch eine hexagonale, wabenartige Struktur aus Beryllium realisierbar, so dass bei geringem Gewicht belastbare Strukturen gewährleistet sind.

Durch die Zuordnung einzelner Fasern zu jeweils einem eigenen Detektor kann die detektorseitige Redundanz des Systems erhöht oder sogar in Hinblick auf die Detektion von Einzelphotonen ausgebildet werden, ohne dass grössere Hardware-Modifikationen
5 notwendig werden.

Ein verbleibender Nachteil ist jedoch die räumliche Aufteilung von Sender und Empfängerkomponenten. Obwohl durch die dargestellte Ausführungsmöglichkeit ein kompakter Aufbau
10 grundsätzlich realisierbar ist, weisen dennoch getrennte Sender und Empfänger einen unterschiedlichen Strahlgang und einen Versatz ihrer Achsen auf. Ausserdem müssen in eine Anordnung verschiedene Typen von Komponenten integriert werden, was zu erhöhter technischer Komplexität und gesteigertem Aufwand bei
15 der Fertigung führt. Zudem sind aufgrund der zur Verfügung stehenden Fläche die Leistungen von Sender und Empfänger beschränkt, da eine Zunahme von Zahl oder Fläche der Sendeaperturen die der Empfängeraperturen reduziert.

20 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Entfernungsmesser, insbesondere für Teleskopsysteme bereitzustellen, der baulich vereinfacht ist und eine bessere Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Raum-, Flächen- und Gewichtsgrenzen erlaubt.

25 Erfindungsgemäss wird die den spektral breitbandigen Filterkomponenten nachgeordnete Faser durch einen Faserlaser gebildet, der als gemeinsame Komponente für Sender und Empfänger Verwendung findet. Hierbei wird durch einen Pumplaser
30 Licht erzeugt und in eine der Stirnflächen des Faserlasers eingekoppelt. Die erzeugte Laseremission wird zur Vermessung verwendet und beim Empfang nach Passieren der breitbandigen

Filterkomponenten wieder in den Faserlaser, nun jedoch von der anderen Stirnseite her, eingekoppelt und durch diesen geführt. Da Pump- und Laserlicht unterschiedliche spektrale Bereiche aufweisen, können beide Anteile voneinander separiert werden. Zudem kann eine Zeitdiskriminierung eingeführt werden, die den Zeitverzug durch die endliche Laufzeit des Lidarsignals zu und zurück berücksichtigt. Nach Verlassen des Faserlasers wird das reflektierte Licht über die schmalbandige Filterkomponente auf den Sensor geführt.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sowie verschiedene Ausführungsformen werden anhand der Zeichnungen schematisch und beispielhaft dargestellt. Im einzelnen zeigen

Fig.1 die schematische Darstellung der Wirkung der breitbandigen Filterkomponenten;

Fig.2 die schematische Darstellung des Zusammenwirkens der verschiedenen Komponenten;

Fig.3 die schematische Darstellung einer ersten erfindungsgemässen Ausführungsform und

Fig.4 die schematische Darstellung der Anordnungsbeziehung zur Realisierung einer zweiten erfindungsgemässen Ausführungsform.

In Fig.1 wird die Wirkung der breitbandigen Filterkomponenten schematisch erläutert. Unter verschiedenen Winkeln einfallende Strahlung S trifft auf die UV-Filterkomponente 1, welche den UV-Anteil UV der einfallenden Strahlung S reflektiert. Der Rest wird über eine ZnSe-Platte 2 geführt, welche eine ausgeformte

Linienstruktur 2a aufweist. Die Linse 2a trägt eine Antireflexbeschichtung 3 zur Verbesserung der Transmission zurückreflektierter Strahlung. Durch diese Anordnung wird auch der infrarote Anteil IR der Strahlung transmittiert, welcher jedoch nach dem Durchgang von einer IR-Filterkomponente 4 zurückreflektiert wird, so dass nach einem erneuten Durchgang durch die ZnSe-Platte 2 und die UV-Filterkomponente 1 der IR-Anteil IR den Entfernungsmesser wieder verlässt.

Fig.2 zeigt die schematische Darstellung des Zusammenwirkens der verschiedenen weiteren Komponenten. Nach der ersten in Fig.1 erläuterten Filterung trifft die verbleibende Strahlung auf die räumliche Filterkomponente 6, welche hier als Faser ausgebildet ist. Gleichermassen kann diese Wirkung jedoch auch durch eine Blende oder die Begrenztheit einer Sensorfläche bewirkt werden. Die IR-Filterkomponente 4 ist in den Fokus bzw. Fasereingang verschoben, wobei die hier gewählte Darstellung rein schematisch ist und insbesondere die Grössenverhältnisse von Faser und IR-Filterkomponente 4 nicht exakt dargestellt sind. Jegliche ausserhalb der Nadirrichtung einfallende Strahlung wird durch diese Anordnung reflektiert. Nach der Richtungsselektion durch die räumliche Filterkomponente 6 erfolgt ein weiterer Selektionsschritt durch die schmalbandige Filterkomponente 7, welche beispielsweise als Fabry-Perot-Interferometer oder reflektierende Gitterstruktur ausgebildet sein kann. Durch das Zusammenwirken der Komponenten wird die einfallende Strahlung S hinsichtlich ihrer spektralen und Richtungsanteile separiert, wobei ein Grossteil der Strahlung reflektiert wird, um ein Aufheizen des Entfernungsmessers zu vermeiden oder zumindest zu vermindern. Zur Vereinfachung sind weitere Komponenten des Strahlgangs, wie z.B. Linsen, in dieser Darstellung weggelassen.

Fig.3 beschreibt die schematische Darstellung einer ersten erfindungsgemässen Ausführungsform mit den in Fig.1 und Fig.2 dargestellten Filterschritten. Einfallende Strahlung S wird
5 über die UV-Filterkomponente 1, ZnSe-Platte 2 mit der Linienstruktur 2a und die IR-Filterkomponente 4 geführt. Nach dem Durchgang durch diese IR-Filterkomponente 4 erfolgt eine Einkopplung der Strahlung entweder in den multimodigen Teil der Faser (Fall A) oder aber über eine Mikrolinse 5 in den aktiven
10 Faserkern 6a zur intensitätsmässigen Nachverstärkung (Fall B). Im ersteren Fall muss das detektorseitig gelegene Ende der Faser mit einem Intensitätsstop 6b versehen werden, im Fall B jedoch mit einem schnellen Schalter, z.B. in Art eines Q-Switches. Beide Faserregionen wirken zusätzlich als räumlicher
15 Filter. Der Faserlaser weist beispielsweise einen aktiven Faserkern 6a von 4 Mikrometern Durchmesser auf, wobei die Multimodestruktur einen Durchmesser von ca. 100 Mikrometern besitzt. In der Multimodestruktur wird die empfangene Strahlung S durch den Faserlaser geführt und schliesslich über eine erste
20 Linse 8a, einen dichroitischen Strahlteiler 10, die schmalbandige Filterkomponente 7 und eine zweite Linse 8b auf den Sensor 11 geführt. Parallel zu diesem Empfangsstrahlengang wird die Anordnung jedoch erfindungsgemäss auch zur Emission der zur Messung verwendeten Messstrahlung ES verwendeten. Zu
25 deren Erzeugung emittiert eine Pumplichtquelle 9 Licht, welches durch eine dritte Linse 8c kollimiert und über den Strahlteiler 10 und die erste Linse 8a in den Faserlaser eingekoppelt wird. Zur Vermeidung von negativen Einflüssen der Laseremission des Faserlasers auf die Komponenten des Empfängers, insbesondere
30 auf den Sensor 11, weist der Faserlaser ein empfängerseitiges Abschlusselement 6b auf, welches den aktiven Faserkern 6a optisch abdeckt. Die vom Faserlaser erzeugte Messstrahlung ES

wird über eine Teleskopanordnung aus Mikrolinse 5 und Linsenstruktur 2a in das für die Emission gewünschte Strahlprofil gebracht. Die optisches Faser wird somit in einem Vorwärts-Betriebsmodus als Faserlaser im Emissionsmode
5 betrieben, wohingegen in einem Rückwärts-Betriebsmodus die Faser als räumliche Filterkomponente 6' des Empfängers dient. Durch diese zweifache Nutzung werden Emission und Detektion
vermittels derselben wesentlichen optischen Komponenten bewirkt, so dass eine bauliche Vereinfachung folgt, welche
10 Vorteile in Hinblick auf Raum- und Gewichtsrestriktionen bietet.

Eine Zusammenfassung von mehreren Fasern zu einer zweiten erfindungsgemässen Ausführungsform zeigt Fig.4. Dargestellt ist
15 rein schematisch die Anordnungsbeziehung der Fasern zur Realisierung einer zweiten erfindungsgemässen Ausführungsform. Die ZnSe-Platte , weist nun mehrere Linsenstrukturen 2a' auf, denen jeweils eine Faser als räumliche Filterkomponente 6' zugeordnet ist. Zwischen jeweiliger Linsenstruktur 2a' und dem
20 zugeordneten Fasereingang ist die IR-Filterkomponente 4 angebracht. Diese kann als durchgehende Struktur, aber auch für jede Faser separat ausgebildet werden. Zur Vereinfachung der Darstellung sind weitere Komponenten, wie z.B. Mikrolinsen, nicht dargestellt. Von jeder Faser wird als Faserlaser
25 Messstrahlung ES erzeugt, die wiederum vermittels der zugeordneten Linsenstruktur 2a' emittiert wird.

Hierbei können die den Fasern nachgelagerten Komponenten ebenfalls für jede Faser separat oder aber für alle oder
30 mehrere Fasern gemeinsam ausgebildet sein bzw. genutzt werden. So kann jeweils einer Faser ein einzelner Sensor zugeordnet werden. Alternativ kann aber auch die Strahlung mehrerer Fasern

auf einen gemeinsamen Sensor geführt werden. Ebenfalls können mehrere Fasern von einer gemeinsamen Lichtquelle gepumpt werden oder aber, wie in Fig.3 gezeigt, über eine eigene Pumplichtquelle verfügen.

5

Durch die Ausbildung jeder Faser als Empfänger und Sender kann eine Standardisierung der verschiedenen Aperturen in einer Anordnung erreicht werden, so dass sowohl fertigungs- und betriebstechnische Vorteile, wie z.B. koaxiale Anordnung von
10 Sender und Empfänger, folgen, aber auch eine optimierte Nutzung des zur Verfügung stehenden Raums bzw. der Fläche und des Gewichts erreicht werden kann.

WHAT IS CLAIMED IS:

15

1. A device substantially as illustrated and described in the foregoing disclosure.

2. A method substantially as illustrated and described in the
20 foregoing disclosure.

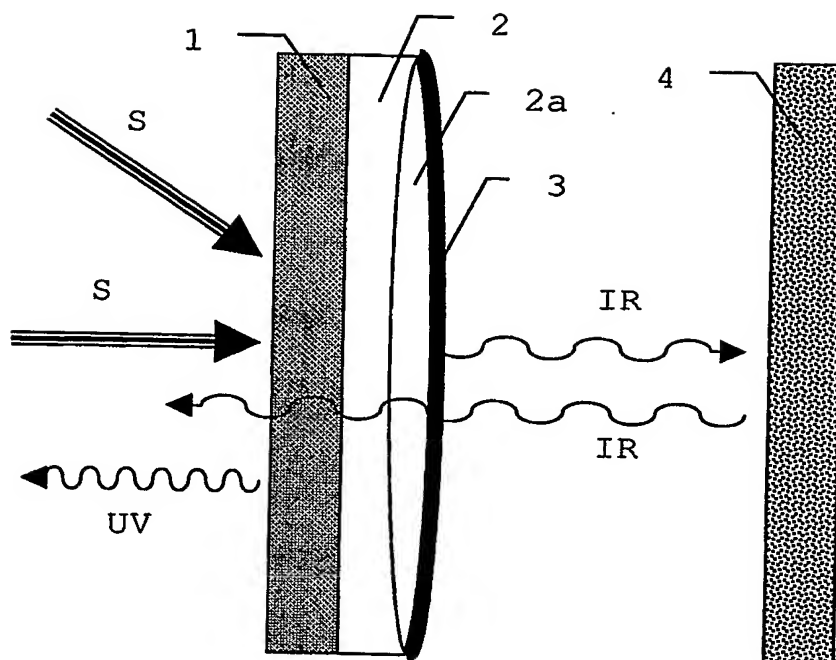


Fig. 1

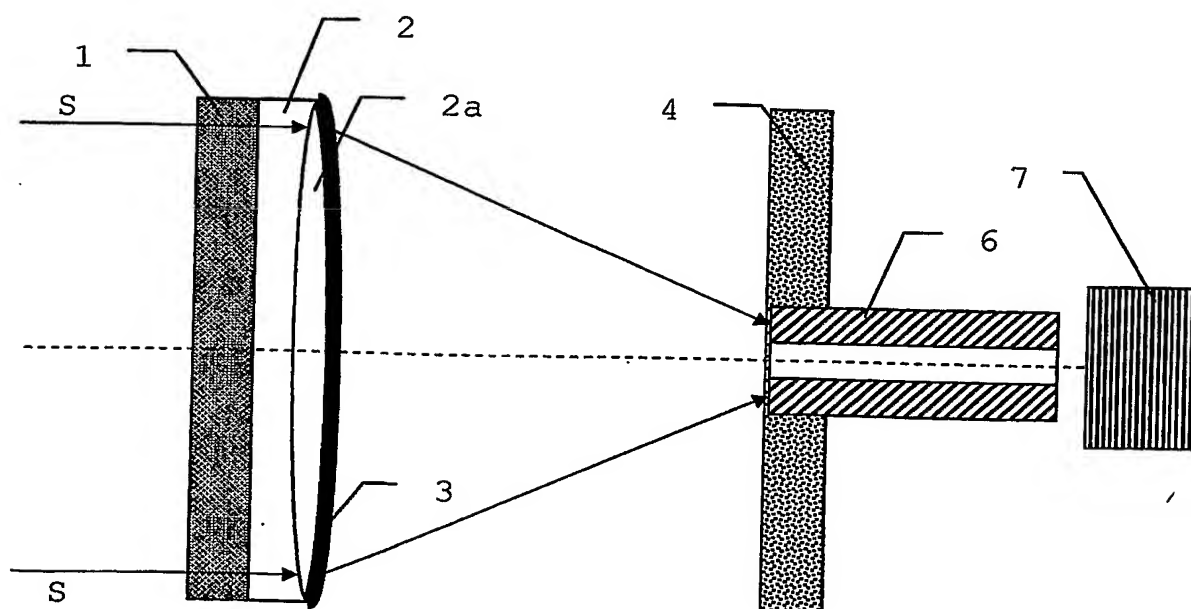


Fig. 2

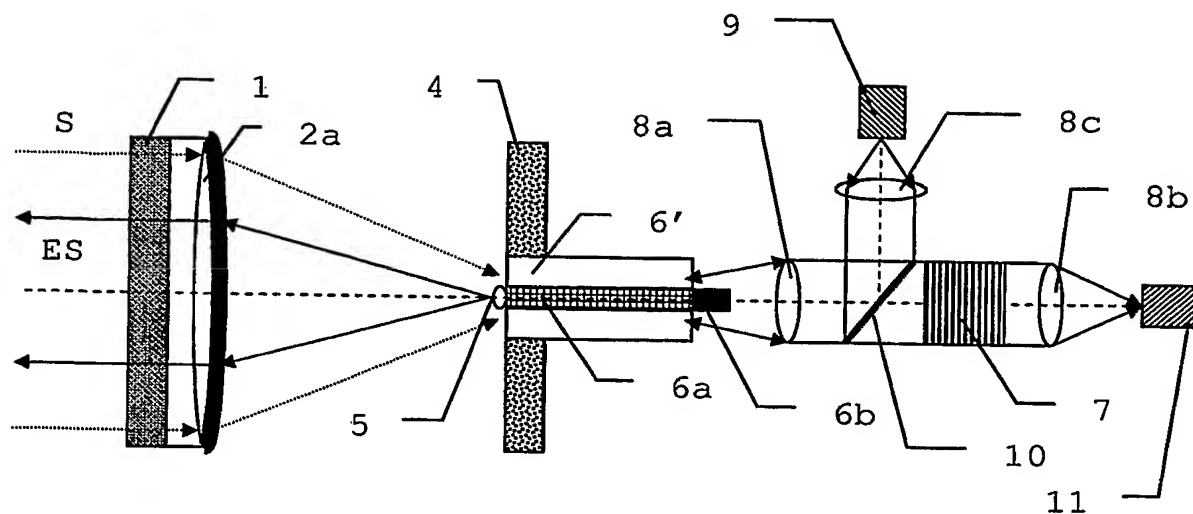


Fig. 3

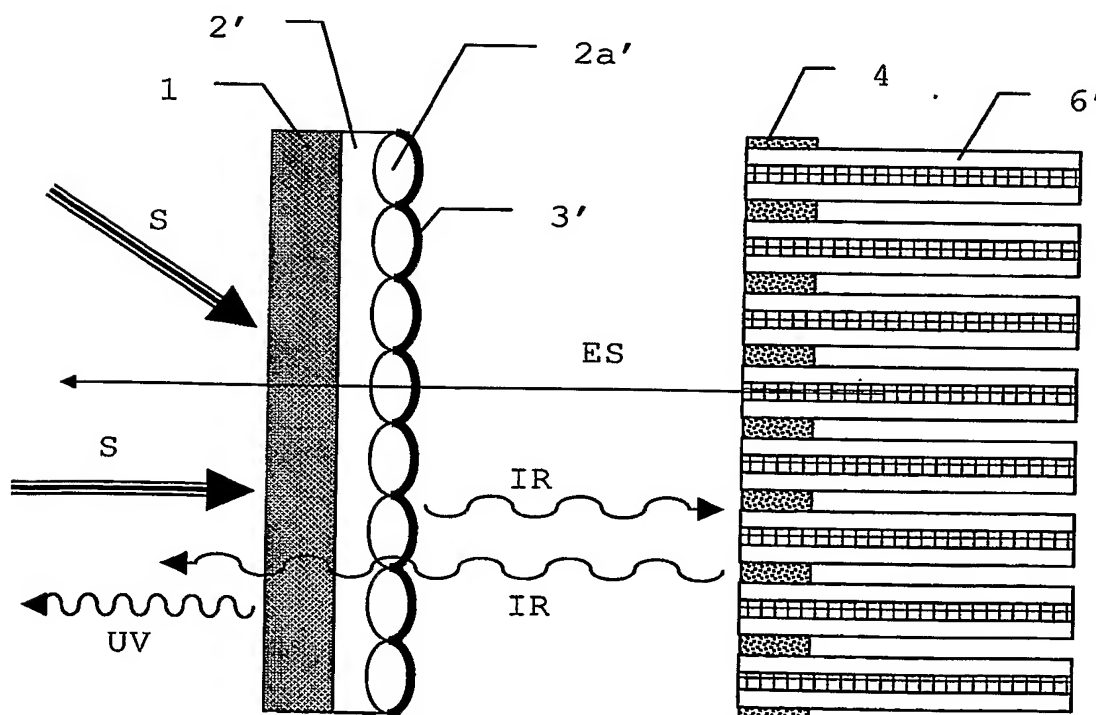


Fig. 4